

PAT-NO: JP358082103A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 58082103 A
TITLE: DEVICE FOR MEASURING MISALIGNED RAIL

PUBN-DATE: May 17, 1983

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KAMIYA, MAKIO	
TAKINO, YUKIO	
SAEGUSA, OSAO	
KISHIMOTO, SATORU	
TAKESHITA, KUNIO	
IWATANI, FUKUO	
ITO, MAKOTO	
ITO, MASAYUKI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
JAPANESE NATIONAL RAILWAYS	N/A
HITACHI LTD	N/A
HITACHI ELECTRONICS ENG CO LTD	N/A

APPL-NO: JP56141012
APPL-DATE: September 9, 1981

INT-CL (IPC): G01B007/28 , B61K009/08 , G01B007/34 , E01B035/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve accuracy, of the titled measuring, by detecting and measuring the displacement in right and left directions and change in height based on an eddy current effect, correcting the measured value of the right and left displacements by the height

data, thereafter performing the second stage correction by said corrected value and the height data.

CONSTITUTION: A signal voltage (v) with regard to a displacement (x) at a height (y) is obtained as an output of a differential amplifier 23 based on the eddy current effects of (x) displacement coils 4a and 4b. Meanwhile, a signal voltage based on the eddy current effect of a (y) displacement coil 8 passes a height operating circuit 24 and a correcting coefficient circuit 25. The result is multiplied by the signal voltage (v) in an analog multiplier 26. The corrected right and left displacement values and the height displacement value are converted into the digital values by A/D converters 27a and 27b. Then, addresses in an ROM are specified. Then, the second stage correction is performed, and the correct displacement amount at the specified address is obtained. In this way, the measurement can be performed without the effect of snow-fall.

COPYRIGHT: (C)1983, JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—82103

⑬ Int. Cl.³

G 01 B 7/28

B 61 K 9/08

G 01 B 7/34

// E 01 B 35/00

識別記号

庁内整理番号

7517—2F

6578—3D

7517—2F

7903—2D

⑭ 公開 昭和58年(1983)5月17日

発明の数 1

審査請求 有

(全 8 頁)

⑮ 軌道狂い測定装置

⑯ 特 願 昭56—141012

⑰ 出 願 昭56(1981)9月9日

⑱ 発 明 者 神谷牧夫

東京都目黒区青葉台二丁目11番
28号

⑲ 発 明 者 滝野幸雄

国立市西一丁目7番55号

⑳ 発 明 者 三枝長生

蓮田市御前橋一丁目8番36号

㉑ 発 明 者 岸本哲

八王子市片倉町982番地の24

㉒ 発 明 者 竹下邦夫

武蔵野市緑町二丁目4番2号

㉓ 発 明 者 岩谷福雄

神奈川県足柄上郡中井町久所30
0番地日立電子エンジニアリン
グ株式会社内

㉔ 発 明 者 伊藤誠

神奈川県足柄上郡中井町久所30
0番地日立電子エンジニアリン
グ株式会社内

㉕ 出 願 人 日本国有鉄道

㉖ 代 理 人 弁理士 薄田利幸

最終頁に続く

明 細 書

1 発明の名称 軌道狂い測定装置

2 特許請求の範囲

- (i) 軌道を構成する左右のレールに対応して、軌道検測車の複数組の台車に、渦電流効果(金属に接近しておかれた励振コイルの電磁界により該金属に生ずる渦電流の反作用として該コイルのインピーダンスが変化する現象)によりレールの左右方向の変位および高さの変化を検出測定する左右方向用コイルおよび高さ用コイルを設け、該高さ用コイルの出力電圧を入力してレール上面からの該高さ用コイルの高さデータを演算出力する演算回路と該高さ演算回路によりえられた高さデータにより上記左右方向用コイルの出力電圧の高さ補正を行なう高さ補正回路と、該高さ補正回路により補正された左右方向に対するレールの変位信号と上記高さ演算回路の出力高さ信号とによりアドレス指定して正しいレール変位量がえられる非直線補正回路とを有する軌

道狂い測定装置。

- (2) レールの断面幅寸法の略半分より短かい長さの長辺を有する長方形の棒形コイルを複数個直列に接続し、各コイルの長辺の中心点をレール頭部の左、右の側面にそれぞれ一致させるように配置されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の軌道狂い測定装置。
- (3) 高さ用コイルが、レールの断面幅寸法に比べて可及的に小さい幅でかつ長さが比較的長い長方形のコイルの長辺をレール長手方向に配置された請求範囲第1項記載の軌道狂い測定装置。
- (4) 高さコイルが、レールの変位範囲をカバーできる長さを有するソレノイド状または長方形棒形であることを特徴とする請求範囲第1項および第3項記載の軌道狂い測定装置。
- (5) 高さ演算回路が、関数発生器を主要回路として構成されていることを特徴とする特許請求範囲第1項記載の軌道狂い測定装置。

- (6) 高さ補正回路がアナログ乗算器などをもって構成され高さ演算回路の出力信号を用いて標準的な高さにある左右方向用コイルによる変位対出力電圧曲線の傾斜角を正しい高さに対する傾斜角に補正する機能を有するものであることを特徴とする特許請求範囲第1項記載の軌道狂い測定装置。
- (7) 非直線補正回路が高さ演算回路の出力電圧値と、高さ補正回路の出力電圧値(左右方向変位量)によりアドレス指定することにより記憶された変位量データを読出すことができるROMを主要回路として構成されていることを特徴とする特許請求範囲第1項記載の軌道狂い測定装置。
- 3 発明の詳細な説明

この発明は鉄道線路の軌道狂いを測定する軌道狂い測定装置に関するものである。

鉄道線路の軌道狂いにはいくつかの種類があるが、それらはすべて2條のレールのそれぞれの基準位置よりの変位量をもととして定義乃至

平変位を測定するものである。

一般的に云って、屋外の自然環境下においては光学式の測定装置は気象条件の影響を受け易く、上述の光学式軌道狂い測定装置においてはレール1の近傍に積雪があるときは光路が妨害されることはいうまでもないが、レール1の近傍に直接光路を妨害する積雪がない場合においても、高速度の車輛がまき起す風力により周辺付近の雪がまき込まれて光路妨害を生ずることが経験されており、いづれにしても光学式によるものは冬期使用不能になる機会が多い。

東北・上越新幹線の開通などにより、全天候において安定に使用できる軌道狂い測定装置が望まれる所以である。

この発明は、上記の困難を打開するために行なわれたもので、電磁界によりレールに生ずる渦電流効果を利用してレールの変位を検知する方式を原理として、降・積雪に拘らずまた昼夜を通じて全天候状態で安定な軌道狂い測定を可能とする軌道狂い測定装置を提供することを目

は算出されるものである。軌道狂いのうち軌間狂いはレール間隔の基準よりの変動量であり、また通り狂いは一定距離間にある3点におけるレール直角断面内水平方向に対する相対的変位量をいう。

さて、軌道狂いのうち軌間および通り(狂い)を求めるには、2條のレールのおのおのの水平方向の変位量を測定することが必要である。この測定方法は古くからこのための専用の車輪—測定車輪を設けた軌道検測車により行なわれてきたが、高速度においては測定車輪の応動性が悪く所要の精度がえられないと云う欠点があった。これに対して、最近光学方式によりレールの水平変位を測定する装置が開発されている。第1図は光学式軌道狂い測定装置における光学系の概略構成図で、右または左側のレール1に対して斜上方より投光器2により帯状の光束を投光し、レール1の側面端面の反射光を斜上方に設けられた受光器3で受光し、該帯状光束の映像の位置を測定することによりレール1の水

的とする。

コイルに電流を通じて生ずる電磁界に、鉄などの金属が存在するときは、該金属内に渦電流が生じ、その反作用として、上記コイルの見掛けのインピーダンスが変化する。このインピーダンス変化を検出することにより上記金属の存在乃至は位置を測定できる。このような渦電流の理論解析は古くから行なわれ、多くの実用的方面に応用されている。そこで、この発明においてはこのような渦電流の現象を利用し、鉄製品であるレールを対象として近傍にコイルを設けて高周波電流を通じ、コイルのインピーダンス変化を適当な方法で測定し、以てレールの変位量を測定しようとするものである。以下この発明を第2図(a)、(b)乃至第7図に示す一実施例について詳述する。

まずこの発明において電磁界を発生させるコイルとレールの相対位置について説明する。第2図(a)に示すようにレール1の上方に間隔 y においてコイル4を設け、電源5より適当な周波

数の電流を通ずるときは、発生する磁界 H によりレール1に渦電流が生ずる。この渦電流によりコイル4の見掛けのインピーダンスは増加し電源5を定電流源とするときはコイル4の両端の電圧 V が増加する。電圧 V の変化の様相を第2図(b)に示す。すなわち、レール1よりのコイル4の高さ y を一定とするときは、レール1とコイル4の水平方向の相対位置 x (図においてレール1の右側面とコイル4の中心点の間の距離)が増加するにともなって、電圧 V は単調に減少する。ただし距離 x が小さい(この場合負値)ときは、高さ y の値が大きく影響する。すなわち y が小さいときは電圧 $|V|$ が大きく、 y の増加にともなって減少して一定値に近づく。

このように y が大きいときは $|V|$ は x に拘らず一定値となり、すなわちレール1の存在に無関係となる。同様に x が大きいときもレール1の存在に無関係となる。

上記のようなレール1とコイル4の相対位置とその電圧特性を利用し、この発明においては

直線性を増す。またそれらの傾斜角は y の値に依存していることは明らかで、 y が小さいほど傾斜は急である。

上述の所論により、コイル4の出力電圧 V を測定することにより、曲線群7によりコイル4の水平方向 x 変位を求めるには、高さ y の値を知ることが必要である。既述のごとく高さ y については、コイル4を台車に取付けることによりマクロ的には一定値を維持することができるものである。しかしながらここに考慮すべき二点がある。すなわち一つは、台車を支える車輪の磨耗とか車輪とレールの相対的な位置関係などにより y の値は大きい範囲ではないが若干の変動を伴うことである。また他の一つは、第2図(a)における x と y のそれぞれの値如何によつては、電圧 V の値が x より y に大きく依存する範囲がある。換言すれば、僅かな y の値の変動が測定値 x に大きく影響する、すなわち x の測定値に大きい誤差を生ずるおそれがあることである。

第3図(a)に示すようなコイル4の構造配置とする。すなわちレール1の幅 d に比べて y も短かい長さ寸法 l を長辺とする枠形コイルを2個直列に接続する。各コイル4a, 4bの長さ l の中心点を、レール1の左および右側面に一致するように配置する。

このような1組のコイル4は、後述するよう車輪の台車にレール1の上面からの高さ y が一定値 y_0 の位置に取付けられる。各コイル4a, 4bは抵抗素子4c, 4dとともにブリッジに組まれて電源5から高周波電流が供給される。さて、コイル4を x 方向に変位したとき各コイル4a, 4bの両端電圧 V をみると、第2図(b)に示した曲線と同様であり、第3図(b)に示すようにコイル4aと4bの電圧は互に逆相でかつ x について対称である。そこで、コイル4aと4bを直列とした両端すなわち端子7の電圧 V は、第3図(b)における曲線群7のように原点(0, 0)を通る傾斜線となる。ただし曲線群7の各曲線は $|x|$ が小さい範囲では直線に近いが $|x|$ が大きくなると非

上述の理由によりこの発明においては、変位置 x を測定するため上述のコイル4のほか別に高さ y を検出するコイルを設け、これによりえられる精度のよい高さ y の値により変位置 x の値を補正するものである。

ところで、高さ y を検出するためのコイルは上述の変位置 x に対するコイル4と同様に台車に取付けるものであり(台車以外に取付けるべき適当な場所はない)、したがって高さ用コイルもまた x 方向に変位するものであり、特別な考慮を払わない限り y の値は不確定となる。そこでこの発明においてはコイルの構造・寸法ならびに配置に工夫を加えることにより、実用上の範囲内で x の値に無関係に y の値を測定できる方式をとるもので、これを第4図(a), (b)に示す。

第4図(a)はこの発明における高さ用コイル8の一方式の原理図で、コイル8の幅 d はレール1の幅 d に比べて可及的に小とし、レール1の幅 d の範囲内程度において、測定電圧 V を x に

無関係として y の値が精度よく測定できるものである。この場合、コイル8により所要の電磁界強度をうるためには、幅 b を小さくとり代りとして長さ l を大きく従って面積 $b \times l$ を大きくとり、レーン1との有効な鎖交磁束を確保して検出感度の低下を防止することが特徴である。

第4図(b)は別の考え方による高さ用のコイル9の原理図で、ソレノイド状または長方枠形のコイル9の長さ l をレーン1の変位範囲を十分カバーするものとして、この範囲内において x に無関係に y の値が精度よく測定できるものである。

以上により高さ y の値が同時に測定されるので、前記した x 測定用コイル4によりえられた原始データを補正回路により補正してより正しい x の値がえられる。この補正方法の原理は、第3図(b)の曲線群7において、高さ y の値に応じた傾斜角の曲線を用いるものである。ただし曲線7は非直線であるので、測定電圧 x に対する変位 x は、さらに別の補正を行なうことが必

要である。そこでこの発明においては、前述した第1段階の補正はアナログ回路で補正係数を乗ずる方式とし第2段階の補正は、予め実験により第1段階で補正された変位置 x に対する真の変位置 X の値を求めておき、これをROM(読出し専用メモリ)に変位置 x 、高さ y のアドレスに変位置 X を記憶しておく。走行測定中 x 、 y のアドレス指定を行なって、真値 X を求めうる。なお、この場合のデジタル処理には適当な間隔のタイミングパルスを必要とするが、軌道検測車における諸測定は従来から一定走行距離毎のサンプリングを行ない、かつデータのチャート紙出力も亦距離比例の紙送り(すなわち距離縮尺データ)を行なっているので、上記デジタル処理においても一定距離毎の距離パルスをタイミングパルスに用いるものである。

第5図(a)、(b)はこの発明による軌道狂い測定装置における、コイルアセンブリ10のレーン1との関係位置を示す実施例である。第5図(a)において11は台車に取付けられた測定用枠で、こ

れに非金属材料による台車取付板12の一方の側面にやはり非金属材料によるコイル支持板13を用いて、 x 変位用コイル4a、4bを取付ける。コイル4a、4bの配置については各コイル4a、4bのそれぞれの中心が、レーン1の左および右側面の位置に一致することは既述のとおりである。また各コイル4a、4bの長さはレーン1の幅の $1/2$ よりやや小さくとも既に述べたところである。次に高さ用コイル8は、第4図(a)で説明した幅 b がレーン1の幅 d に比べて可及的に小さく、かつ長さ l が可及的に長い長方形のコイルを用いるもので、これを前述のコイル4a、4bと台車取付板12の反対側面に取付け互に干渉することを防止する。なお干渉防止には、このほか異なる周波数を用いることも必要である。

第5図(c)、(d)は、高さ用コイル9として、第4図(b)で説明したレーン1の変位範囲をカバーできる長さ l を有するソレノイド状または長方枠形のコイルを用いるもので、コイル支持板13の一部をコイル4a、4bと共用して取付けてある。

この場合各コイルの相互干渉を防止するには、各コイルの軸間隔 s をかなり大きくとることが必要である。

以上述べたコイルアセンブリ10は高速度走行中に、台車に加わる激しい衝撃力あるいは振動に耐えて安定・安全であることが絶対に必要でそのためには台車への取付方法は必ずしも第5図(a)、(b)による必要はなく、第5図(c)、(d)は各コイルとレーン1の相対的な位置関係を示したものに過ぎない。

第6図(a)、(b)および(c)はこの発明による軌道狂い測定装置におけるコイルアセンブリ10の台車14への配置を説明するものである。

第6図(a)は台車14の平面図で、台車14が有する台車枠15を利用してこれに既述の測定枠11が固定されている。該測定枠11には、コイルアセンブリ10が、左、右のレーン1a、1bに対応して既述したように取付けられる。第6図(b)は軌道直角方向の垂直断面図で、コイルアセンブリ10は台車取付板12を用いてレーン1a、1bの上面よ

り高さ y の位置に取付けられている。この高さ y は当該軌道と車輪との構造上の限界を定める建築または車輪限界に従って定められるが最小限度は 25mm 程度である。

次に第 6 図 (c) は軌道検測車に設けられている 3 台の台車 14a, 14b および 15c の各台車にコイルアセンブリ 10a, 10b, 10c, 10d および 10e, 10f が設置されることを示し、レール 1 の長手方向の 3 点における左、右のレール 1a, 1b のそれぞれの変位量を同時に測定して通り狂いを演算により求めるものである。この場合、3 つの台車における変位量を固定された共通の基準すなわち車体に対する変位量に引き直すことが必要であり、このために第 6 図 (d) に示すように台車 14 と車体の床 16 との間に相対位置検出器 17 を設ける。相対位置検出器 17 は角度-電気変換器（以下単に変換器という）を用いて構成されるが、この技術は従来から行なわれており詳細な説明は省略する。

第 7 図はこの説明による軌道狂い測定装置の

る。高さ演算回路 24 はアナログ関数発生器より構成され、予め実験により上記励振電圧に対する出力の高さ信号電圧特性を求めておき、この特性に合致する入力-出力特性を有するものである。これによりえられる高さ信号電圧は補正係数回路 25 において、 $(1 + \beta y)$ なる形式の補正係数が作られる。ここで $y = 0$ (コイルアセンブリ 10 とレール 1 の上面間の高さが標準値のとき) のときは、その状態に対する第 3 図 (d) の曲線群 7 中の該当する曲線を取り、 $y \neq 0$ のときは定数 β との積 βy を加えた $(1 + \beta y)$ の係数を作り、これをアナログ乗算器 26 において励振変位量 e に対する信号電圧 v に乗じる。このように補正された信号電圧および励振高さ演算回路 24 の出力電圧はそれぞれ A/D 変換器によりデジタル数値 $[x], [y]$ に変換されて、ROM に対して $[x], [y]$ のアドレス指定を行なう。指定されたアドレスに記憶されている正しい変位量 $[X]$ (デジタル量) が読み出される。

以上のデジタル処理におけるタイミングパル

全体のブロック構成図で信号処理回路 20 およびデータ処理回路 33 より構成されている。

信号処理回路 20 においては、変位用コイル 4a, 4b には高周波電源 5a より適当な周波数の励振電流が供給され、各コイル 4a, 4b の出力電圧はバンドパスフィルタ 21 で雑音が除去されてプリアンプ 22 で適当なレベルに増幅されて差動アンプ 23 に入力する。第 8 図 (a) で説明したコイル 4a, 4b と抵抗素子 6a, 6b によるブリッジ回路の構成は、第 7 図においては差動アンプ 23 の入力側で構成される。差動アンプ 23 の出力には、高さ y における変位量 e に対する信号電圧 v がえられる。

高さ用コイル 8 または 9 においては、同様に高周波電源 5b より励振電流が供給されるが、その周波数は変位用コイル 4a, 4b に対する周波数と異なるものとして組合、干渉を防止して動作の安定化を計るものである。高さ用コイル 8 または 9 による励振電圧はバンドパスフィルタ 21c プリアンプ 22c を経て高さ演算回路 24 に入力す

ス。軌道検測車に使用されている距離パルスを距離パルス端子 31 よりとり込み、タイミング回路 30 において必要なパルスを作成して A/D 変換器 27 および ROM 28 に供給するものである。

上記正しい変位量 $[X]$ は D/A 変換器 29 でアナログ量に変換されて、データ処理回路 33 に入力する。データ処理回路 33 においては定義に従った演算を行なって各種の軌道狂い量を出力するものであるが、この場合においては左、右のレール 1-1, 1-2 に対する変位量 X_1 と X_2 の代数和を取り、標準軌間長に比べて変動量が求められ出力端子 34 に出力される。

次に D/A 変換器 29 の出力信号 X は、加算回路 32 において既述した車体台車間の相対位置検出器 17 の出力信号と加算されて、車体を基準とするレール 1 の変位量 X' に変換される。各台車 14a, 14b および 14c に設けられた各コイルアセンブリ 10a, 2-6 による変位量の信号 X_1, \dots, X_6 はすべて車体基準に変換されて、 X_1', \dots, X_6' となり、データ処理回路 33 に入力される。

通り狂い量は、次式により演算されて出力されるものである。すなわち、左および右レール10, 16に対する通り狂い量 δL , δR は

$$\delta L = \frac{X_1' + X_3'}{2} - X_2'$$

$$\delta R = \frac{X_5' + X_7'}{2} - X_6'$$

で求められ、これらは端子35および36より出力される。尚、データ処理回路33の構成および処理の詳細はすでに従来から実用されている公知のものであるので詳述しない。

以上詳述したところにより明らかなように、この発明においてはレール変位の検出センサとしてレールによる誘電体効果の原理を採用している。光学式における降・積雪による光路妨害による測定不能という重大欠点がない。なお検出センサとしてのコイルはレールに接近して設けられ雪の影響は完全に排除するものである。また、コイルは左右変位検出用と、高さ検出用が別個に設けられて、後者は左右変位に無関係に高さを測定できる構造・配置とし、この

高さデータにより左右変位測定値を補正する。さらに補正された変位量と高さデータによりROMより正しい変位量を得る第2段階のデータ補正方式を取り、精度の高い測定を行なうことができるものである。

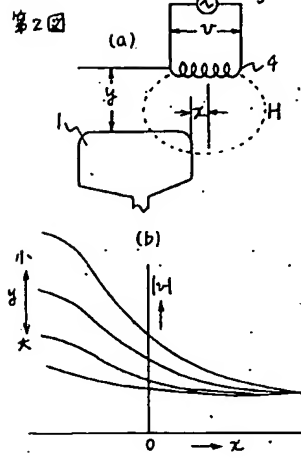
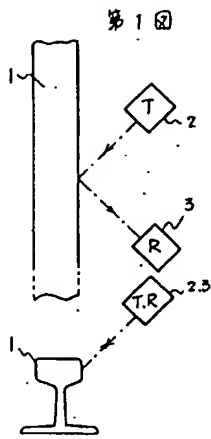
4 図面の簡単な説明

第1図は従来の光学式軌道狂い測定装置を説明する光路構成図、第2図(a), (b)乃至第7図はいずれもこの発明の一実施例を示すもので、第2図(a)はレールの近傍にある励振コイルの位置変化とコイルインピーダンスの変化の説明図、第2図(b)は第2図(a)の特性曲線図、第3図(a)は左右(a)方向変位測定用コイルの構造・配置および回路構成略図、第3図(b)は第3図(a)の±変位対出力電圧Vの特性曲線図、第4図(a)は高さ測定用コイルの構成図、第4図(b)は同じく高さ測定用コイルの変形例を示す構成図、第5図(a), (c)はコイルアセンブリとレールとの相対位置を説明する斜視図、第5図(b), (d)はそれぞれ第5図(a), (c)の垂直断面図、第6図(a), (b), (c)はコ
上

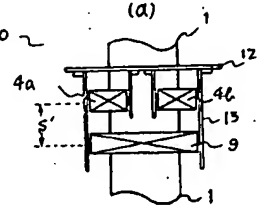
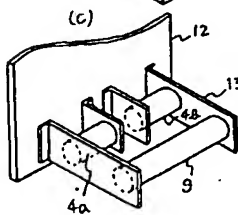
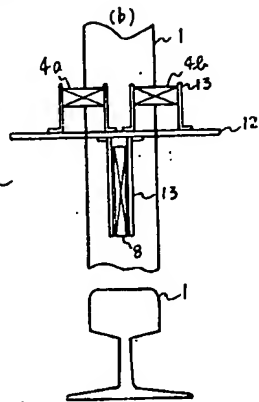
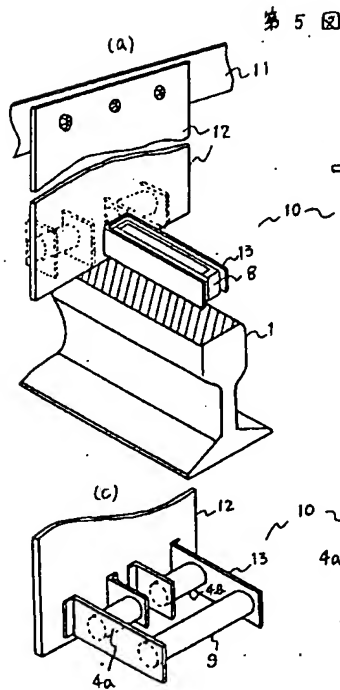
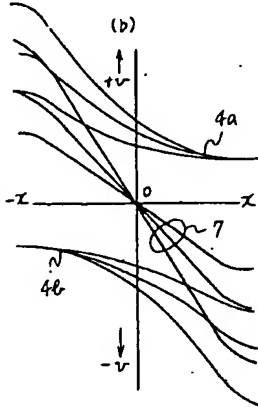
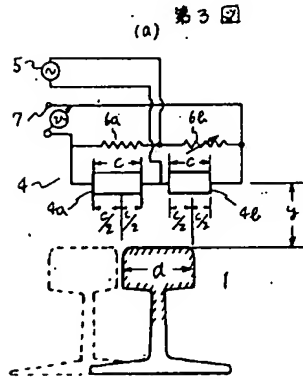
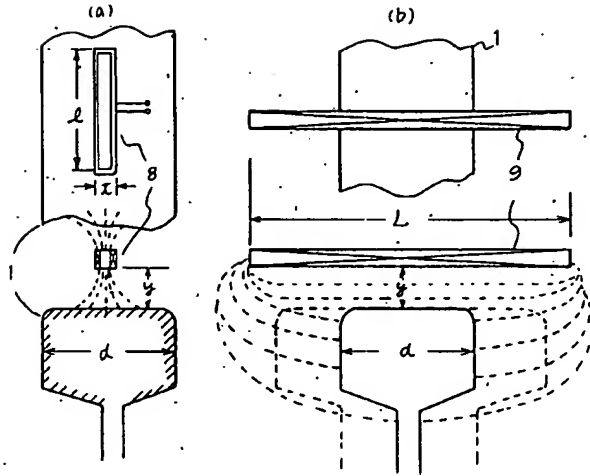
イルアセンブリの台車への取付位置図、第7図は軌道狂い測定装置における信号処理回路およびデータ処理回路のブロック構成図を示す。

- 1 レール
- 2 投光器
- 3 受光器
- 4, 8, 9 コイル
- 5 高周波電源
- 6 抵抗素子
- 7 端子
- 10 コイルアセンブリ
- 11 測定用棒
- 12 台車取付板
- 13 コイル支持板
- 14 台車
- 15 台車枠
- 16 車体(床)
- 17 相対位置検出器
- 20 信号処理回路
- 21 バンドフィルタ

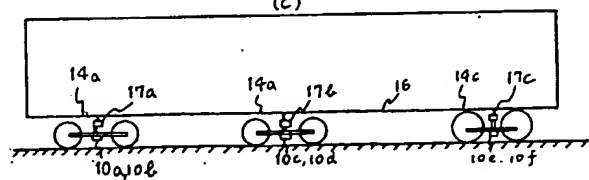
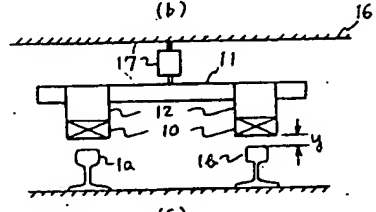
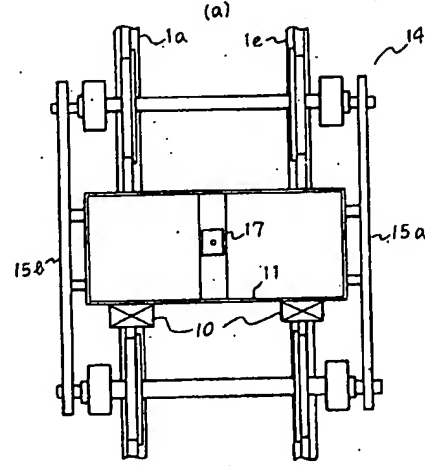
- 22 プリアンプ
- 23 差動アンプ
- 24 高さ演算回路
- 25 補正係数回路
- 26 アナログ乗算器
- 27 A/D変換器
- 28 ROM
- 29 D/A変換器
- 30 タイミング回路
- 31 距離パルス端子
- 32 加算回路
- 33 データ処理回路
- 34, 35, 36 データ出力端子



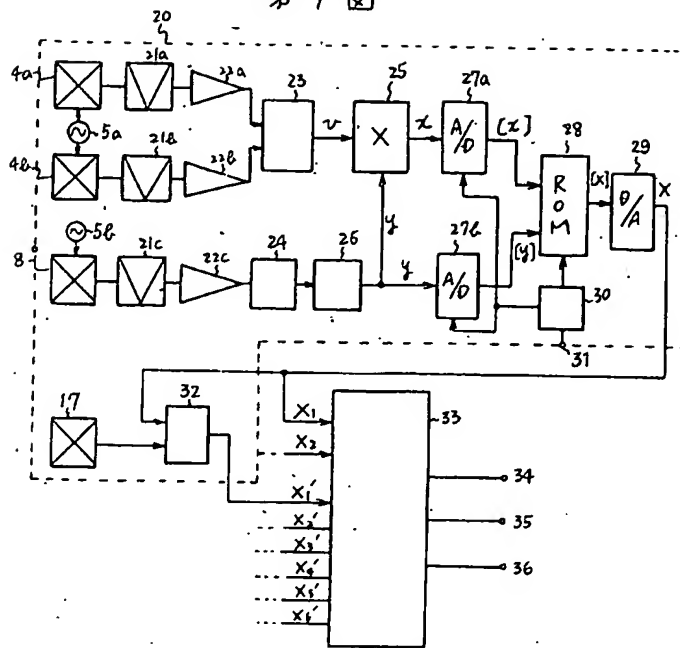
第4図



第6図



第 7 図



第 1 頁の続き

- ⑦発 明 者 伊藤昌之
神奈川県足柄上郡中井町久所30
0番地日立電子エンジニアリン
グ株式会社内
- ⑦出 願 人 株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目 5
番 1 号
- ⑦出 願 人 日立電子エンジニアリング株式
会社
神奈川県足柄上郡中井町久所30
0番地